



## مقایسه و انتخاب بهینه سیستم‌های جمع‌آوری فاضلاب در اجتماعات کوچک

مصطفی علی‌اکبری<sup>۱</sup>، رضا مرسولی<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی دکتری مهندسی عمران، دانشگاه بنگلور، هندوستان

۲- کارشناس ارشد مهندسی عمران، دانشگاه تبریز

Pedrak\_eng@yahoo.com

### خلاصه

در تحقیق حاضر، ۳ سیستم ثقلی جمع‌آوری فاضلاب در اجتماعات کوچک مورد بررسی قرار گرفته است. سیستم‌های مورد مطالعه شامل سیستم متعارف (Conventional)، سیستم فاضلابو ثقلی با قطر کوچک (SDGS) و سیستم متعارف ساده شده (Simplified) می‌باشند. ارزیابی سیستم‌های ذکر شده با کاربرد هر ۳ روش در ۳ روستای کشور بعنوان موارد مطالعاتی انجام شده و مقادیر حداکثر، حداقل و متوسط برای پارامترهای قطرلوله، شیب، عمق خاکبرداری، سرعت در مجاری و غیره بتفکیک آورده شده است. با برآورد هزینه اقتصادی اجرای هر یک از سیستم‌های مذکور و در نظر گرفتن محدودیت‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی موجود، مناسبترین سیستم جمع‌آوری فاضلاب در روستاهای ایران پیشنهاد شده است. نتایج، نشان‌دهنده برتری فنی و اقتصادی سیستم SDGS بعنوان روش جمع‌آوری فاضلاب در روستاهای کشور می‌باشد. از روستاهای زنجیره علیا، سرتنگ زنگوان و سراب ایوان که جزو شهرستان‌های شیروان چرداول و ایوان واقع در استان ایلام می‌باشند به عنوان موارد مطالعاتی استفاده شده است.

کلمات کلیدی: شبکه جمع‌آوری فاضلاب، سیستم متعارف، سیستم SDGS، سیستم متعارف ساده شده

### مقدمه

رشد جمعیت و نیاز به توسعه و کنترل کیفیت منابع آب و جلوگیری از آلودگی محیط زیست از یکسو و مبارزه با بیماری‌های واگیردار و ارتقای سطح بهداشت عمومی جامعه از سوی دیگر، ضرورت جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب را مشهودتر می‌نماید. در هر جامعه‌ای مقدار زیادی آب برای مصارف مختلف خانگی، عمومی، تجاری و صنعتی استفاده می‌شود که نتیجه آن تولید فاضلاب است که از نظر ترکیب ۹۹/۹ درصد آن را آب و ۰/۱ درصد باقیمانده را ناخالصی‌ها و آلودگی‌ها تشکیل می‌دهد. چنین فاضلابی بدلیل دارا بودن مواد آلاینده فیزیکی، شیمیایی و میکروبی در صورتی که به روش صحیح جمع‌آوری و تصفیه نشود خطر جدی برای انسان و سایر اجزاء اکوسیستم طبیعی محیط زیست به همراه خواهد داشت. استفاده از روش‌های سنتی دفع فاضلاب همچون چاه‌های جذبی یکی از علل اصلی آلودگی منابع آب زیرزمینی و تنزل کیفیت آب است. یکی از راهکارهای موثر جهت کاهش آلودگی منابع آب و کنترل بیماری‌های واگیر در جامعه، احداث سیستم جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب است که بخش عظیمی از سرمایه‌گذاری‌ها را در هر جامعه‌ای به خود اختصاص می‌دهد. بنابراین با توجه به هزینه‌بر بودن احداث شبکه جمع‌آوری و تصفیه‌خانه فاضلاب، انتخاب مناسب‌ترین سیستم که کمترین هزینه و بیشترین کارایی را داشته باشد از اهمیت بسیاری برخوردار است. در حال حاضر روش‌های مختلفی جهت جمع‌آوری فاضلاب در نقاط مختلف دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد. انتخاب سیستم جمع‌آوری فاضلاب به عوامل متعددی از جمله میزان تراکم جمعیتی، شیب منطقه، بافت زمین و غیره بستگی دارد. بطور کلی مهمترین سیستم‌های جمع‌آوری فاضلاب به شرح زیر می‌باشند.

الف- سیستم متعارف (Conventional)

ب- سیستم مکشی (VS)

<sup>۱</sup> مدیرعامل مهندسی مشاور سازآب‌اندیش

<sup>۲</sup> کارشناس ارشد مهندسی مشاور سازآب‌اندیش



ج- سیستم تحت فشار (GP OR STEP)

د- سیستم با قطر کوچک (SDGS)

و- سیستم متعارف ساده‌شده (FGS)

در سیستم‌های متعارف، SDGS و متعارف ساده‌شده برخلاف سیستم مکشی و تحت فشار، جریان فاضلاب بصورت ثقلی جمع‌آوری شده و به سمت تصفیه‌خانه انتقال می‌یابد. روشهای ثقلی به دلیل عدم نیاز به تجهیزات برقی و مکانیکی مورد نیاز در روشهای تحت فشار، هزینه راهبری و نگهداری پایین‌تری دارند بطوریکه در اکثر مناطقی که توپوگرافی مناسبی داشته باشند، از روشهای ثقلی جهت جمع‌آوری فاضلاب استفاده می‌شود. تاکنون تحقیقات متعددی در خصوص سیستم‌های جمع‌آوری فاضلاب و نحوه طراحی و انتخاب بهترین سیستم در شرایط مختلف صورت پذیرفته است. شرکت CAERN در سال ۱۹۸۰ اقدام به بررسی و نحوه اجرای سیستم متعارف ساده شده در کشور برزیل نمود [4]. در سال ۱۹۹۹، Swamme الگوریتمی برای طراحی بهینه خطوط جمع‌آوری فاضلاب ارائه کرد بطوریکه بهترین روش برای تعیین پارامترهای موثر در طراحی همانند حداقل و حداکثر عمق خاکبرداری و حداقل سرعت، در جهت کاهش هزینه‌ها ارائه شده است [5]. در زمینه مقایسه سیستم‌های جمع‌آوری فاضلاب، Little در سال ۲۰۰۴، در تحقیقی به مقایسه سیستم‌های ثقلی و مکشی جمع‌آوری فاضلاب در کشور بوتسوانا پرداخت [3]. با توجه به تفاوت عوامل موثر در انتخاب سیستم مناسب جمع‌آوری فاضلاب در مناطق با تراکم پایین و روستاها نسبت به مناطق پرتراکم و شهرها، انتخاب سیستم جمع‌آوری فاضلاب بخصوص در روستاها باید با در نظر گرفتن مسایل اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی صورت پذیرد. در این تحقیق با در نظر گرفتن هزینه اجرایی و مشکلات فرهنگی و اجتماعی احداث سیستم‌های ثقلی در نقاط با تراکم پایین، بهترین گزینه جمع‌آوری فاضلاب در روستاهای کشور ارائه شده است. از سیستم‌های متعارف، SDGS، و متعارف ساده‌شده بعنوان سیستم‌های جمع‌آوری فاضلاب و از سه روستای کشور واقع در استان ایلام به عنوان موارد مطالعاتی استفاده شده است.

## ۲. سیستم‌های ثقلی جمع‌آوری فاضلاب

### ۲.۱. سیستم جمع‌آوری متعارف فاضلاب (Conventional)

سیستم جمع‌آوری متعارف فاضلاب، معمولاً بهترین گزینه جمع‌آوری فاضلاب به لحاظ اقتصادی و مشکلات بهره‌برداری در نقاط پرتراکمی که دارای شیب مناسب برای جمع‌آوری ثقلی فاضلاب بوده و هزینه‌های حفر ترانشه به دلیل بالا بودن سطح آبهای زیرزمینی و یا بستر سنگی به طور محسوس افزایش نمی‌یابد، می‌باشد. اجرای شبکه‌های ثقلی متداول در مناطق کم تراکم، کم شیب با خاک نامناسب و در مناطقی که سطح آبهای زیرزمینی بالا می‌باشد، معمولاً بسیار پرهزینه است.

در روش ثقلی متداول، جریان به شکل ثقلی از طریق انشعاب منازل به خطوط فرعی متصل می‌گردد. مجاری فاضلاب در این سیستم، می‌بایست دارای حداقل شیب تعریف شده برای تامین سرعت خود شستشوئی باشند. در برخی مجاری فاضلاب که دبی لازم جهت تامین سرعت خود شستشوئی وجود ندارد ممکن است از حوضچه‌های شستشو یا سایر تدابیر جهت ایجاد سرعت خود شستشوئی استفاده شود. مجاری نیمه اصلی و اصلی نیز می‌بایست با توجه به حداقل شیب لازم جهت تامین سرعت خود شستشوئی و یا عدم رسوب‌گذاری طراحی شود. حداقل قطر لوله‌های مورد استفاده در این روش ۲۰۰ میلیمتر می‌باشد و در تقاطع مجاری فاضلاب و حداکثر فاصله ۵۰ تا ۷۰ متری در مسیرهای مستقیم، آدم رو در نظر گرفته می‌شود.

### ۲.۲. سیستم جمع‌آوری فاضلاب با قطر کوچک (SDGS)

در این سیستم، جریان فاضلاب ابتدا به یک مخزن سپتیک منتقل شده و پس از طی زمان ماندی در حدود ۲۴ ساعت، فاضلاب خروجی از مخازن به مجاری اصلی شبکه جمع‌آوری انتقال می‌یابد.

مجاری جمع‌آوری فاضلاب در این سیستم از جنس لوله‌های قابل انعطاف انتخاب شده و حداقل قطر آنها ۷۵ تا ۱۰۰ میلیمتر است. در این سیستم از تعداد کمی آدم‌رو در شبکه استفاده شده و می‌توان مجاری شستشو را جایگزین کرد بطوریکه علاوه بر محل تقاطع مجاری فاضلاب، در فواصل حداکثر ۱۵۰ متری مسیرهای مستقیم یک مجرای شستشو در نظر گرفته می‌شود. در روش جمع‌آوری فاضلاب با قطر کوچک، عمل ته نشینی مواد معلق در مخازن سپتیک انجام شده و جریان خروجی از مخازن توسط شبکه جمع‌آوری به تصفیه‌خانه منتقل می‌شود. با توجه به حذف مواد معلق، احتمال گرفتگی مجاری فاضلاب و محدود بوده و نیازی به تامین سرعت خود شستشوئی در شبکه نمی‌باشد.

### ۳.۲. سیستم متعارف ساده شده جمع‌آوری فاضلاب (Simplified)

طرح این نوع شبکه براساس تامین حداقل تنش کششی ایجاد شده در زمان پیک جریان فاضلاب صورت می‌گیرد. تنش کششی، نیروی مماسی اعمال شده بوسیله جریان فاضلاب به کف بستر می‌باشد.

موقعیت قرارگیری آدم‌روها در این سیستم، فواصل حداکثر ۱۰۰ متری در مسیرهای مستقیم، محل تغییر جهت جریان و تغییر قطر لوله می‌باشد. در این سیستم نیاز به احداث چربی گیر در داخل آشپزخانه‌ها می‌باشد که باعث اشغال فضا و احتمال انتشار بو در فضای آشپزخانه منازل می‌گردد که در



هنگام تخلیه باعث ایجاد مشکلات فرهنگی خواهد شد. در این روش حداقل شیب مورد نیاز در هر مجرای فاضلابرو جهت تامین حداقل تنش کششی موردنیاز از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$S_{\min} = \left[ \frac{1}{n} K_a K_r^{-2} \right]^{6/13} \left[ \frac{\tau_{\min}}{\rho g} \right]^{16/13} q^{-6/13} \quad (1)$$

که در آن  $S_{\min}$  حداقل شیب مورد نیاز،  $K_a$  و  $K_r$  ضرایب وابسته به درصد پرشدگی مجاز لوله،  $\tau_{\min}$  حداقل تنش کششی،  $\rho$  دانسیته جرمی جریان،  $g$  شتاب ثقل و  $q$  دبی جریان فاضلاب می‌باشند. حداقل قطر لوله‌های مورد استفاده در سیستم متعارف ساده شده ۱۶۰ میلیمتر می‌باشد.

### ۳. موارد مطالعاتی

در این تحقیق جهت مقایسه اقتصادی هزینه اجرا و بهره‌برداری سیستم‌های مختلف شبکه جمع‌آوری فاضلاب از سه روستای واقع در استان ایلام به عنوان موارد مطالعاتی استفاده شده است. موارد مطالعاتی شامل روستاهای زنجیره علیا و سرتنگ زنگوان از توابع شهرستان شیروان چرداول و روستای سراب ایوان از توابع شهرستان ایوان می‌باشند. شکل شماره ۱ نشان‌دهنده موقعیت شهرستان‌های شیروان چرداول و ایوان می‌باشد.



شکل ۱- تقسیمات استان ایلام

استان ایلام با ۱۹۰۸۶ کیلومتر مربع، حدود ۱/۴ درصد مساحت کل کشور را تشکیل می‌دهد. این استان در غرب دامنه سلسله کوه‌های زاگرس با عرض جغرافیایی بین ۳۱ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی از خط استوا و طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۱۰ دقیقه شرقی از نصف النهار گرینویچ در گوشه غربی ایران قرار گرفته است. استان ایلام از جنوب با استان خوزستان، از شرق با استان لرستان، از شمال با استان کرمانشاه و از سمت غرب با ۴۲۵ کیلومتر مرز مشترک با کشور عراق هم جوار است. بر اساس آخرین تقسیمات کشوری در سال ۱۳۷۵ استان ایلام مشتمل بر ۷ شهرستان و ۳۶ دهستان بوده است.

جدول شماره یک نشان‌دهنده موقعیت جغرافیایی و مشخصات جمعیتی موارد مطالعاتی استفاده شده در این تحقیق می‌باشد.

جدول ۱- موقعیت جغرافیایی و مشخصات جمعیتی موارد مطالعاتی

نام روستا	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	جمعیت سال ۱۳۸۵
زنجیره علیا	۴۶° ۳۴' ۰۴۶"	۳۳° ۴۸' ۴۶۹"	۲۵۳۱
سرتنگ زنگوان	۴۶° ۴۰' ۶۶۳"	۳۳° ۳۸' ۵۶۸"	۱۴۹۸
سراب ایوان	۴۶° ۲۱' ۸۷۳"	۳۳° ۴۵' ۳۶۶"	۱۶۹۹



## ۴. نتایج

## ۱.۴. مقایسه هیدرولیکی

برخی از مشخصات هیدرولیکی سیستم‌های مختلف طرح شده برای موارد مطالعاتی در جداول شماره ۲ تا ۴ آورده شده است. مطابق جداول فوق، در کلیه موارد مطالعاتی، متوسط عمق خاکبرداری در سیستم SDGS کمتر از سایر روشها می‌باشد که علت آن عدم نیاز به تامین سرعت خودشستشویی در مجاری فاضلاب و در نتیجه کاهش حداقل شیب مورد نیاز در شبکه SDGS می‌باشد. بدلیل وجود شرط تامین حداقل تنش کششی در سیستم متعارف ساده شده، متوسط عمق خاکبرداری در این سیستم نسبت به سایر روشها بیشتر می‌باشد.

بررسی سرعت جریان در زمان پیک تولید فاضلاب نشان دهنده این موضوع است که در بیش از ۵۰ درصد از مجاری فاضلاب، امکان تامین سرعت خودشستشویی وجود نخواهد داشت که علت آن شیب کم و دبی پایین فاضلاب می‌باشد. بنابراین در نظر گرفتن تمهیدات مناسب جهت جلوگیری از گرفتگی شبکه در سیستم متعارف ضروری می‌باشد.

جدول ۲- مقایسه مشخصات سیستم های مختلف جمع آوری فاضلاب روستای زنجیره علیا

قطر لوله (میلیمتر)		عمق خاکبرداری (متر)			شیب (درصد)			سیستم جمع آوری فاضلاب
حداقل	حداکثر	متوسط	حداقل	حداکثر	متوسط	حداقل	حداکثر	
۲۰۰	۲۰۰	۱,۹۱	۱,۸	۵,۲۹	۵	۰,۵	۲۹,۵	متعارف
۱۱۰	۱۴۰	۱,۸۹	۱,۸	۵,۰۵	۵,۳	۰,۲	۲۹,۵	SDGS
۱۶۰	۱۶۰	۱,۹۹	۱,۸	۵,۵۶	۵,۲	۰,۳	۲۹,۵	متعارف ساده شده

جدول ۳- مقایسه مشخصات سیستم های مختلف جمع آوری فاضلاب روستای سراب ایوان

قطر لوله (میلیمتر)		عمق خاکبرداری (متر)			شیب (درصد)			سیستم جمع آوری فاضلاب
حداقل	حداکثر	متوسط	حداقل	حداکثر	متوسط	حداقل	حداکثر	
۲۰۰	۲۰۰	۲,۱۶	۱,۸	۷,۴۳	۳,۷۹	۰,۵	۱۶,۱	متعارف
۱۱۰	۱۸۰	۲	۱,۸	۵,۵۴	۴	۰,۲	۱۶,۱	SDGS
۱۶۰	۱۶۰	۲,۳۳	۱,۸	۷,۶۵	۴,۱	۰,۲	۱۶,۱	متعارف ساده شده

جدول ۴- مقایسه مشخصات سیستم های مختلف جمع آوری فاضلاب روستای سرتنگ زنگوان

قطر لوله (میلیمتر)		عمق خاکبرداری (متر)			شیب (درصد)			سیستم جمع آوری فاضلاب
حداقل	حداکثر	متوسط	حداقل	حداکثر	متوسط	حداقل	حداکثر	
۲۰۰	۲۰۰	۲,۳۷	۱,۸	۵,۱۸	۱,۴۹	۰,۵	۱۰,۰۶	متعارف
۱۱۰	۱۶۰	۲,۰۶	۱,۸	۴,۶۰	۱,۲۰	۰,۲	۱۰,۱	SDGS
۱۶۰	۱۶۰	۳,۰۴	۱,۸	۶,۵۵	۱,۸۰	۰,۲	۸,۵	متعارف ساده شده

## ۲.۴. مقایسه اقتصادی

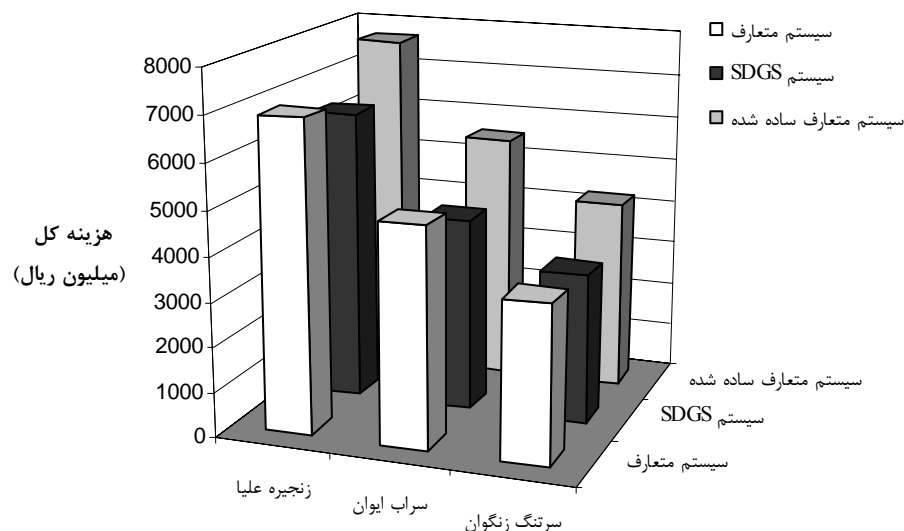
در ادامه این تحقیق به مقایسه اقتصادی هزینه اجرا و بهره‌برداری از سیستم‌های مورد نظر پرداخته شده است. مطابق جدول شماره ۵، سیستم SDGS در کلیه موارد مطالعاتی بعنوان کم هزینه‌ترین سیستم مطرح می‌باشد. هزینه بهره‌برداری از سیستم متعارف شامل شستشوی مصنوعی مجاری فاضلاب و بدلیل عدم تامین سرعت شستشو در اکثر مجاری می‌باشد. چنانچه شیب معیار در حدی باشد که سرعت شستشو در شبکه تامین شود، هزینه بهره‌برداری سالانه سیستم متعارف قابل توجه نخواهد بود. هزینه بهره‌برداری از سیستم SDGS شامل تخلیه لجن انباشته شده در مخازن سپتیک در فواصل زمانی معین می‌باشد که در این تحقیق ۳ سال بعنوان فاصله زمانی تخلیه و برای هر خانه یک مخزن سپتیک در نظر گرفته شده است. هزینه بهره‌برداری از سیستم متعارف ساده شده شامل شستشوی مجاری بدلیل عدم استفاده از فلاش تانک در سرویسهای بهداشتی منازل روستا جهت تامین موج فشاری در شبکه می‌باشد. فاصله زمانی شستشوی مجاری در این روش بدلیل تامین حداقل تنش کششی جهت جلوگیری از ته‌نشست مواد رسوبی بیش از سیستم متعارف می‌باشد.



جدول ۵- هزینه اجرا و بهره‌برداری سیستم‌های مختلف شبکه جمع‌آوری فاضلاب  
(برحسب میلیون ریال)

سیستم جمع‌آوری فاضلاب	نوع هزینه	زنجیره علیا	سراب ایوان	سرتنگ زنگوان
متعارف	اجرا	۶۸۱۷	۴۷۹۳	۳۴۱۳
	بهره‌برداری سالیانه	۱۰۲	۱۰۲	۱۰۲
	مجموع	۶۹۱۹	۴۸۹۵	۳۵۱۵
SDGS	اجرا	۶۴۴۲	۴۲۶۶	۳۳۱۴
	بهره‌برداری سالیانه	۵۲	۴۴	۴۲
	مجموع	۶۴۹۴	۴۳۱۰	۳۳۵۶
متعارف ساده شده	اجرا	۷۶۶۱	۵۵۲۴	۴۱۶۰
	بهره‌برداری سالیانه	۲۵	۲۲	۲۲
	مجموع	۷۶۸۶	۵۵۴۶	۴۲۶۲

مقایسه اقتصادی سیستم‌های جمع‌آوری فاضلاب در شکل ۲ آورده شده است. مطابق شکل فوق، سیستم SDGS در کلیه موارد مطالعاتی نسبت به سایر سیستم‌ها کم‌هزینه‌تر می‌باشد. با مقایسه مجموع هزینه‌ها، سیستم SDGS بطور متوسط ۵ تا ۱۰ درصد نسبت به سیستم متعارف و ۱۵ تا ۲۵ درصد نسبت به سیستم متعارف ساده‌شده کم‌هزینه‌تر می‌باشد.



شکل ۲- مقایسه هزینه کل اجرا و بهره‌برداری از سیستم‌های جمع‌آوری فاضلاب در موارد مطالعاتی استفاده شده در این تحقیق

شکل ۳ نشان‌دهنده متوسط درصد هزینه اجرایی هر یک از بخش‌های سیستم‌های جمع‌آوری فاضلاب در این تحقیق می‌باشد. مطابق شکل فوق، هزینه احداث آدم‌روها در سیستم SDGS نسبت به سایر سیستم‌ها بسیار ناچیز است که علت آن جایگزینی اکثر آدم‌روها با مجاری شستشو می‌باشد. در سیستم متعارف، در فواصل ۵۰ تا ۷۰ متری مسیرهای مستقیم آدم‌رو احداث می‌شود در حالیکه این فاصله در سیستم متعارف ساده شده، ۱۰۰ متر می‌باشد. بنابراین تعداد و در نتیجه هزینه احداث آدم‌روها در سیستم متعارف ساده شده از سیستم متعارف جمع‌آوری فاضلاب کمتر می‌باشد. با کاهش تعداد مجاری آدم‌رو، هزینه عملیات فولادی و بتنی مرتبط نیز کاهش می‌یابد.

اقدام خرید در سیستم متعارف تنها شامل لوله‌ها و اتصالات شبکه جمع‌آوری می‌باشد در حالیکه در سیستم متعارف ساده شده و SDGS بترتیب واحدهای چربی‌گیر و مخازن سپتیک نیز اضافه می‌شوند بطوریکه در تحقیق حاضر، هزینه خرید، ۴۵ درصد از هزینه کل احداث شبکه SDGS را شامل می‌شود. با توجه به در نظر گرفتن یک مخزن سپتیک در هر واحد مسکونی در این تحقیق، چنانچه بتوان از مخازن مشترک در دو یا چند واحد مسکونی استفاده کرد، هزینه اقدام خرید کاهش یافته و کاهش هزینه سیستم SDGS نسبت به سایر روش‌ها بیشتر خواهد بود.



شکل ۳- مقایسه نسبت هزینه اجرایی بخش‌های مختلف سیستم‌های جمع‌آوری فاضلاب به هزینه کل شبکه در روستاهای مورد مطالعه

#### ۳.۴. مقایسه فرهنگی

یکی از فرضیات سیستم متعارف ساده شده استفاده از فلاش تانک در سرویس‌های بهداشتی می‌باشد بطوریکه موج فشاری حاصل از آن باعث شستشوی مجرای فاضلابرو شده و نیازی به شستشویی مصنوعی نخواهد بود. عدم استفاده از فلاش تانک در سرویس‌های بهداشتی و همچنین مشکلات فرهنگی در تخلیه واحدهای چربی‌گیر از جمله مشکلات سیستم متعارف ساده شده در روستاهای کشور می‌باشد. مخازن سپتیک یکی از جزئیات مهم در سیستم SDGS برای حذف مواد معلق فاضلاب می‌باشد. استفاده از مخازن سپتیک نیاز به فضای کافی در داخل منازل دارد که با توجه به وسعت زیاد حیاط منازل روستایی در کشور، بنابراین احداث این مخازن در واحدهای مسکونی روستایی امکان‌پذیر می‌باشد. چنانچه در برخی منازل فضای کافی جهت احداث مخازن سپتیک وجود نداشته باشد، می‌توان از مخازن مشترک برای چند واحد مسکونی استفاده کرد.

با توجه به عدم فرهنگ سازی مناسب در مناطق روستایی و تخلیه هرگونه مواد زائد در شبکه جمع‌آوری فاضلاب، احتمال گرفتگی مجاری فاضلابرو در سیستم‌های متعارف بسیار زیاد می‌باشد و رفع انسداد در لوله‌ها در یک دوره زمانی بلند مدت هزینه‌بر بوده و مشکلات ایجاد شده باعث عدم رضایت مردم از آن خواهد شد در حالیکه در شبکه SDGS مواد زائد در مخازن سپتیک باقی مانده و وارد شبکه نمی‌شوند.

#### ۵. نتیجه‌گیری

نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان دهنده برتری سیستم SDGS بعنوان شبکه جمع‌آوری فاضلاب در روستاهای کشور می‌باشد. دلایل زیر بطور خلاصه برتری این سیستم را بیان می‌کنند.

۱- با توجه به مقایسه هیدرولیکی سه سیستم متعارف، SDGS و متعارف ساده شده شبکه جمع‌آوری فاضلاب در روستاهای کشور، مهمترین برتری هیدرولیکی سیستم SDGS، کاهش متوسط عمق خاکبرداری به علت عدم نیاز به تامین سرعت شستشو و در نتیجه کاهش حداقل شیب مورد نیاز می‌باشد. کاهش متوسط عمق خاکبرداری و عدم نیاز به احداث آدم‌رو در این سیستم، کاهش هزینه اقتصادی احداث شبکه را بدنبال خواهد داشت.

۲- مقایسه اقتصادی سیستم‌ها نشان‌دهنده هزینه کمتر در اجرا و بهره‌برداری از سیستم SDGS نسبت به سایر گزینه‌ها می‌باشد. با توجه به مقایسه انجام‌شده، سیستم متعارف ساده شده به علت فقر فرهنگی در کشور و نیاز به در نظر گرفتن تمهیداتی مانند احداث آدم‌رو در شبکه، غیراقتصادی می‌باشد.

۳- در مناطق روستایی هر نوع مواد زائد کوچک و درشت به داخل شبکه جمع‌آوری فاضلاب تخلیه می‌شود که به علت وجود مخازن سپتیک در سیستم SDGS و حذف مواد معلق و زائد در این مخازن، احتمال گرفتگی در شبکه وجود نخواهد داشت در حالیکه این احتمال در سایر سیستم‌ها که مواد زائد مستقیماً وارد شبکه می‌شود وجود دارد.



- ۴- چنانچه شیب منطقه سرعت لازم جهت شستشوی مجاری فاضلابرو را تامین کند، هزینه بهره‌برداری از شبکه متعارف کاهش یافته و با هزینه سیستم SDGS برابری می‌کند ولی احتمال گرفتگی لوله‌ها بدلیل ورود مواد زائد بصورت مستقیم به شبکه همچنان وجود خواهد دارد.
- ۵- حذف مواد معلق در مخازن سپتیک سیستم SDGS باعث کاهش بار آلودگی فاضلاب ورودی به تصفیه‌خانه می‌شود. با کاهش میزان آلودگی جریان فاضلاب در این سیستم، هزینه احداث و بهره‌برداری از واحد تصفیه‌خانه نسبت به سایر سیستم‌ها کمتر خواهد شد. بنابراین استفاده از سیستم SDGS بعنوان شبکه جمع‌آوری فاضلاب، علاوه بر کاهش هزینه‌های اجرایی و بهره‌برداری از شبکه، کاهش هزینه اجرایی تصفیه‌خانه را نیز به همراه دارد.

## مراجع

1. Sarmiento, V.D.B.A. (2001) Low-cost sanitation improvements in poor communities. A thesis submitted in fulfillment of requirements for the award of the degree of Doctoral. School of civil engineering. University of Leeds.
2. Santa Rosa City Council. (2002) Sewer system design standards. Resolution No. 25372.
3. Little, C.J. (2004) A comparison of sewer reticulation system design standards gravity, vacuum and small bore sewers. ISSN 0378-4738=Water SA Vol. 30 No.5 (Special edition)
4. Mara, D., Sleigh, A., and Tayler, K. (2001) Manual of Simplified Sewerage Design. School of Civil Engineering, University of Leeds, UK.
5. Swamme, P. K. Design of Sewer Line. Journal of Environmental Engineering. Vol. 127, No. 9.
6. Taylor, C. and Yajner, J. (1996) Alternative Sewers: A Good Option for Many Communities. <http://cobweb.ecn.purdue.edu/~epados/septics/sewer.htm#Alternative>
7. Falvey, C. (2001) Small-Diameter Gravity Sewers Can Mean Big Savings for Communities. Small Flows Quarterly, Volume 1, Number 2.
۸. مهندسین مشاور ساز آب اندیش، مبنای هیدرولیکی طراحی شبکه جمع‌آوری فاضلاب. گزارش فاز اول پروژه‌های جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب روستایی، فصل ششم
۹. میران زاده، محمد باقر. (۱۳۸۵) طراحی شبکه جمع‌آوری فاضلاب شهری. انتشارات حفیظ.